



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**EVALUACION HIDRAULICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BARRIO
CONCEPCION DE MARIA EN BASE A CRITERIOS DE LA NORMA DE SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN EL DISTRITO VI
MANAGUA**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Jorge Luis Miranda Mejia
Br. Jonathan Miguel Zamora Chavarría

Tutor

Ing. Manuel González Murillo

Managua, Septiembre 2018

Tabla de contenido

Capítulo I - Generalidades	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
Capítulo II – Descripción del sitio	6
2.1 Macro-Localización.....	7
2.2 Micro-Localización	8
Capítulo III – Marco teórico	10
3.1 Normas INAA.....	10
3.2 Sistema de Agua Potable	10
3.3 Fuentes de abastecimiento.....	10
3.4 Tipos de fuentes	11
3.5 Captación	12
3.5.1 Captación en Aguas Superficiales.....	13
3.6 Línea de conducción	13
3.7 Red de Conducción	14
3.7.1 Conducción por gravedad.....	14
3.7.2 Conducción por bombeo-gravedad	15
3.8 Tubería	15
3.9 Alineamiento.....	15

3.10 Caudal de conducción	15
3.11 Válvulas	15
3.11.1 Válvulas de pase	16
3.11.2 Válvula de compuerta	16
3.11.3 Válvula de aire	16
3.11.4 Válvulas de purga o limpia.....	16
3.11.5 Válvulas de retención	16
3.11.6 Válvulas de limpieza	16
3.11.7 Válvula reductora de presión y cajas rompe presión.	17
3.12 Golpe de ariete	17
3.13 Carga hidráulica disponible	17
3.14 Sobrepresión o depresión.....	18
3.15 Anclajes	18
3.16 Tratamiento	18
3.17 Almacenamiento.....	19
3.18 Red de distribución.....	20
3.19 Tipos de redes.....	20
3.20 Periodo de diseño.....	21
3.21 Consumo de agua	21
3.22 Dotación	21
3.23 Calidad del Agua	22
3.24 Población a servir	22
3.25 Nivel de servicio	23
3.26 Conexiones domiciliarias.....	23
3.27 Hidrantes	23

3.28 Cobertura y localización de tubería	23
3.29 Tuberías y Válvulas en succión y descarga de bombas.	23
3.29.1 Succión.....	23
3.30 Software de computadoras.....	24
Capítulo IV – Diseño metodológico	27
4.1 Levantamiento Topográfico	28
4.2 Levantamiento de tipo catastral y Urbano.	29
4.3 Elemento de diseño	29
4.4 Proyección de población.....	29
4.5 Fuente de información	30
4.6 Población de diseño	30
4.7 Métodos de Cálculo.....	31
4.8 Tasa de crecimiento geométrico.....	31
4.9 Proyección de consumo	32
4.9.1 Consumo Doméstico.	32
4.9.2 Consumo Institucional.	32
4.9.3 Consumo Promedio Diario.....	32
4.10 Dotación y Población a servir	32
4.10.1 Dotación de Agua	32
4.11 Fuente de abastecimiento	33
4.11.1 Estudios preliminares	33
4.11.2 Investigación complementaria	33
4.11.3 Requisitos sobre la calidad del Agua.....	33
4.12 Parámetros de diseños.....	35
4.12.1 Períodos de diseños	35

4.13 Variaciones de Consumo.....	35
4.13.1 Consumo promedio diario (CPD).....	35
4.14 Consumo promedio diario total (CPDT).....	35
4.15 Consumo Máximo Día (CMD).....	35
4.16 Consumo de Máxima Hora (CMH)	36
4.17 Presiones Máximas y Mínimas para línea de conducción	36
4.18 Coeficiente de Rugosidad (C).....	36
4.19 Velocidades permisibles en tuberías en líneas de conducción.....	37
4.20 Pérdida de agua en el sistema	37
4.21 Línea de conducción	38
4.22 Tratamiento	38
4.22.1 Desinfección	38
4.22.1.1 Parámetros que influyen en la eficiencia de la desinfección.....	39
4.23 Tanque de almacenamiento	39
4.23.1 Dimensiones del tanque	39
4.23.2 Nivel de Rebose del Tanque	40
4.23.3 Componentes	40
4.23.4 Ubicación.....	40
4.23.5 Altura Mínima	41
4.24 Red de Distribución	41
4.25 Parámetros de diseños.....	41
4.25.1 Velocidades permisibles.	41
4.25.2 Presiones mínimas y máximas	42
4.25.3 Diámetro mínimo	42
4.25.4 Cobertura sobre tuberías.....	42

4.26 Distribución por bombeo.....	42
4.26.1 Sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento	42
4.26.2 Distribución de gastos o consumo concentrados	43
4.27 Localización de hidrantes	44
4.28 Conexiones domiciliarias.....	44
Capítulo V. – Análisis y presentación de resultados.....	46
5.1 Conceptualización del Proyecto	46
5.2 Estudio Socioeconómico	46
5.3. Proyección de Población	51
5.3.1. Tasa de Crecimiento	51
5.3.2. Calculo de la Proyección de la Población.....	51
5.3.3. Demanda Actual y Futura	52
5.3.4. Dotación de Agua	53
5.3.5. Consumo Promedio Diario.....	53
5.3.6. Pérdidas de Agua en el Sistema	53
5.3.7. Consumo Institucional	53
5.3.8. Periodo de Diseño	54
5.3.9. Variaciones de Consumo.....	54
5.3.10. Población Servida.....	55
5.4. Almacenamiento	55
5.5 Calculo de Pérdida en la Línea de Conducción.....	59
5.6 Análisis Red de Distribución	59
5.6.1 Presiones Máximas y Mínimas	60
5.6.2 Análisis con Consumo Máximo Hora en la Red.....	60
Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones	65

6.1 conclusiones:.....	65
6.2 Recomendaciones:.....	66

Bibliografía

Índice de ANEXOS

Anexo 1. Organización Comunitaria.....	II
Anexo 2. Parámetros bacteriológicos	VI
Anexo 3 Planos del proyecto	XII

Índice de cuadros

Cuadro 1.Síntesis del Distrito seis, Municipio de Managua	6
Cuadro 2. Clasificación de fuentes de Agua y posible tratamiento.....	34
Cuadro 3. Tipos de material del acueducto	37
Cuadro 4. Parámetros que influyen en la eficiencia de la desinfección	39
Cuadro 5. Distribución Poblacional del barrio Concepción de María.....	46
Cuadro 6. Porcentajes de adultos y niños	47
Cuadro 7. Clasificación de la población por sexo	48
Cuadro 8.Actividad laboral	48
Cuadro 9. Ingreso mensual por familia	49
Cuadro 10. Proyección y consumo del barrio Concepción de María	51
Cuadro 11. Pérdidas por fugas y el consumo institucional	54
Cuadro 12. Volumen de almacenamiento	56
Cuadro 13. Cálculo de Pérdida por válvulas y accesorios.....	57
Cuadro 14. Pérdidas Locales en Descarga.	58
Cuadro 15. Pérdidas Locales en Almacenamiento.....	58
Cuadro 16. Cálculo del diámetro	59
Cuadro 17.Caudales nodales	62
Cuadro 18.Se recomienda las siguientes tuberías AMANCO	63
Cuadro 19.Presiones nodales	63

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Población al final del período de diseño.	30
Ecuación 2. Tasa de Crecimiento en periodo de diseño expresada en decimal	31
Ecuación 3.Caudal promedio diario	35
Ecuación 4.Consumo máximo día	35
Ecuación 5. Consumo máxima hora (CMH)	36
Ecuación 6.Diametro del tanque.....	39
Ecuación 7.Nivel de rebose del tanque	40

Índice de figuras

Figura 1.Macro-Localización barrio Concepción de María	7
Figura 2. Micro-Localización del proyecto	8
Figura 3. Gráfico de Distribución Poblacional del barrio Concepción de María ..	47
Figura 4. Gráfico de porcentajes de adultos y niños.....	47
Figura 5. Grafico clasificación de la población por sexo.....	48
Figura 6. Grafico actividad laboral	49
Figura 7. Grafico ingreso mensual por familia	50
Figura 8. Grafico ingreso mensual por familia	50
Figura 9.Red de distribución de agua potable del barrio Concepción de María .	61
Figura 10. Calculo del caudal domestico	62

Capítulo I

Generalidades

Capítulo I - Generalidades

1.1 Introducción

Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad en su conjunto, contar con un sistema de abastecimiento de agua potable en el cual pueda abastecer a una determinada ciudad, pueblo o comunidad.

Para el diseño de un Sistema de Agua Potable considerando dentro de esas diferencias los factores culturales, económicos, sociales, etc.

Con el paso del tiempo y el crecimiento poblacional de una determinada localidad es necesario realizar obras cada día de mayor tamaño con la finalidad de abastecer de este preciado líquido a las personas que día a día lo solicitan, para hacer uso de ella y satisfacer las necesidades diarias.

En este sentido, esta monografía se interesa en la evaluación Hidráulica de la red de agua potable de barrio concepción de María en la actualidad presenta un sistema que está en construcción y se requiere hacer la respectiva evaluación hidráulica es el caso del tramo que va desde Altagracia, .además se plantea una metodología para el desarrollo del drenaje transversal y longitudinal en el proyecto.

El producto final del estudio es un análisis con software para ver las presiones y velocidades si están dentro del rango que define las normas internacionales de diseño incluye el inventario de las obras de drenaje transversal, metodología empleada en los estudios y los resultados obtenidos

1.2 Antecedentes

El barrio Concepción María se encuentra en distrito VI del Municipio de Managua se encuentra ubicado en la parte noreste de la ciudad capital.

Límites del distrito VI son:

Norte: con la Costa del Lago de Managua, desde la intersección de la prolongación de la Pista de la Solidaridad con la Costa del Lago, siguiendo la dirección este hasta el límite del municipio de Managua.

Sur: Limita con el Distrito 5. Se inicia en la Pista Urbano proyectada en el cruce de cauce Portezuelo, va sobre la pista en sentido oriental hasta interceptar el límite sur del Barrio Villa Venezuela, continuando sobre esta hasta el límite oeste de Villa Libertad la cual bordea siguiendo en dirección este hasta el límite sur -este de dicho barrio, sigue en dirección sur, cruza el camino de las Jagüitas y por el límite norte de comarca Las Enramadas hasta interceptar el límite del Municipio de Managua.

Este: Limita con Municipio de Tipitapa.

Oeste: Limita con los Distritos 4 y 5. Se inicia en la costa del Lago tomando rumbo sur sobre prolongación de la Pista de la Solidaridad, atraviesa la Carretera Norte y continúa al sur, bordeando el Barrio Santa Rosa, va sobre la pista de la Solidaridad hasta interceptar la Pista Barricada, continúa sobre ésta hacia el este hasta el Complejo Concepción Palacios, va rumbo sur pasando por el límite oeste del Barrio Primero de Mayo

1.3 Justificación

El barrio concepción de María es uno de los distritos de mayor contaminación ambiental debido a su desarrollo habitacional desordenado en su extremo oriental y el segundo más densamente poblado, por las características habitacionales que presenta, concentrando el mayor número de colonias populares, urbanizaciones progresivas y asentamientos espontáneos del municipio.

En el área de la Carretera Norte cuenta con 47 de las principales industrias que existen en el país, lo cual constituye uno de los principales generadores de empleo de la ciudad capital. Entre las principales empresas se encuentran la Zona Franca, la Empresa Cervecería Nacional de Nicaragua, la Embotelladora Nacional de Nicaragua, Laboratorios Ramos, la SIEMENS, Tabacalera Nacional, CARNIC, entre otras.

Dada su ubicación, este distrito constituye la primera cara que percibe de Managua el visitante internacional, ya que en él se ubica la única entrada del aeropuerto hacia la ciudad, contando con los hoteles Camino Real, Las Mercedes y Estrella.

Partiendo de las necesidades precarias y las características que presenta la comunidad y analizando el aprovechamiento la disponibilidad del recurso, se pretende con el vital líquido, Sabiendo que la principal causa de la proliferación de enfermedades de tipo hídrico por los virus, bacterias y otros agentes biológicos que contienen las heces fecales (excretas), causado por la contaminación del agua, por motivos de prevención a ese tipo de problemas es indispensable conocer la calidad del agua para lograr la potabilización del vital líquido además que es una zona emergente en la industria es necesario tener un buen servicio permanente de agua potable. Para el desarrollo del distrito y Managua misma

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluación hidráulica del sistema de agua potable del barrio Concepción de María en base a criterios de la Norma de Sistema de Abastecimiento y Potabilización del Agua en el distrito VI Managua.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ❖ Realizar estudios de la población actual y futura de la zona en estudio.
- ❖ Elaborar estudio topográfico.
- ❖ Utilización del software EPANET 2.0 para el análisis de presiones, velocidades y rugosidades de las tuberías
- ❖ Evaluación de los resultados obtenidos.
- ❖ Estimado de Costo.

Capítulo II





Descripción del sitio

Capítulo II – Descripción del sitio

El Distrito VI es uno de los 7 distritos que se encuentra dividida la ciudad de Managua, Nicaragua. En el año 2011 tenía una población de 195 794 habitantes y una densidad poblacional de 4 661,7 personas por km².¹ El distrito fue creado el 26 de junio 2009 bajo la ordenanza municipal No. 03-2009.

El Distrito VI se encuentra ubicada en las coordenadas 12°08'48"N 86°10'26"O. El Distrito VI limita al norte con el lago de Managua, al sur con el Distrito VII, al este con el municipio de Tipitapa y al oeste con el IV.²

Cuadro 1.Síntesis del Distrito seis, Municipio de Managua

Síntesis del Distrito seis, Municipio de Managua	
Distrito VI	
	
Distrito VI dentro de Managua	
Entidad	Distrito
•País	 Nicaragua
•Ciudad	 Managua
•Departamento	 Managua
Subdivisiones	66 barrios
Fundación	2009
Superficie	
• Total	42 km ²
Población	
• Total	195794hab.
Huso horario	Centro: UTC

Fuente. [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_VI_\(Managua\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_VI_(Managua))

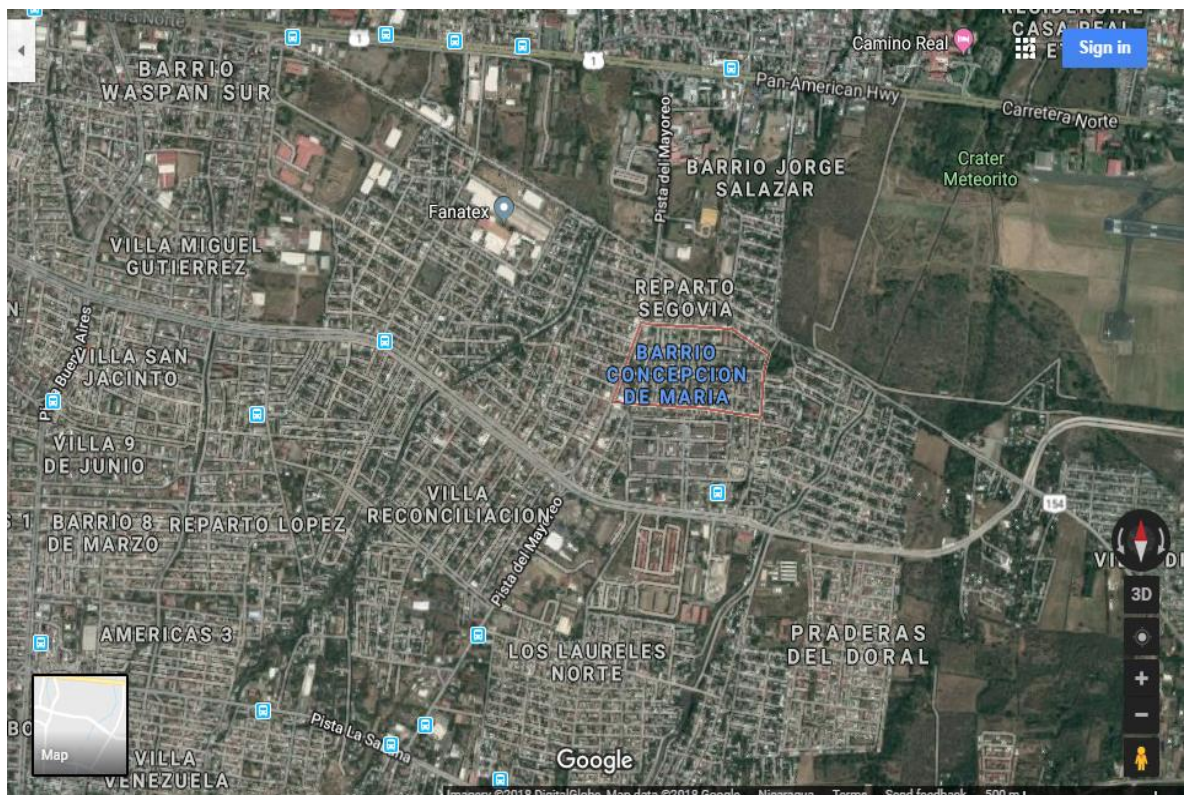
¹ Características Generales de los Distritos de Managua

² Reorganización de los distritos de Managua y su correspondiente delimitación

2.1 Macro-Localización

Managua tiene una población de alrededor 1,507,330 habitantes dentro de sus límites municipales, el área metropolitana de Managua, (que comprende las ciudades más pobladas y próximas como Tipitapa y Ciudad Sandino) suma 2.2 millones de habitantes, lo que la convierte en una de las ciudades más pobladas de Centroamérica. Managua es el mayor núcleo poblacional del país, concentrando al 24.0 % de la población.

Figura 1. Macro-Localización barrio Concepción de María



Fuente: Google Map

2.2 Micro-Localización

El análisis de micro localización indica cual es la mejor alternativa de instalación de un proyecto dentro de la macro zona elegida.

Nombre del municipio: Managua

Barrio: Concepción de María

Nombre del departamento: Managua

Figura 2. Micro-Localización del proyecto



Fuente: Google

Capítulo III

Marco teórico

Capítulo III – Marco teórico

En este capítulo se abordan los conceptos teóricos necesarios para sustentar los resultados que se obtendrán en esta investigación.

El agua potable es toda la que es “apta para consumo humano”, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida. Esta cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la salud (OMS) para que esta pueda ser potable.

3.1 Normas INAA

Normas del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

3.2 Sistema de Agua Potable

Un sistema de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia.

Partes que integra un Sistema de Agua Potable son las siguientes: Captación, Línea de conducción, Tratamiento de potabilización, Red de distribución.

3.3 Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir.

Para el abastecimiento por aguas superficiales se deberá obtener la siguiente información:

❖ **Hidráulicos.**

Caudales máximos y mínimos de los ríos, así como niveles de agua en el cauce del río, en el lago o laguna de estudio.

❖ **Estudio de suelo.**

Para conocer los coeficientes de permeabilidad y el tipo de cultivo, que se siembre en la zona.

❖ **Estudios Hidrológicos.**

Investigación de datos básicos de precipitación, evaporación, infiltración, etc. Efectuar estudios de calidad y rentabilidad en períodos de invierno y verano.

3.4 Tipos de fuentes

a) Aguas atmosféricas

Son las aguas de lluvias, estas están menos expuestas a la contaminación con bacterias y parásitos, pero no constituyen fuente de aprovechamiento constante, pues deben colectarse en épocas de lluvias y almacenarse durante el verano.

b) Aguas superficiales

Corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos y lagunas).

Proviene en gran parte y pueden recibir de manantiales, están sometidas a la acción del calor, la luz y pueden ser contaminadas por el vertedero de afluentes cargados de sustancias orgánicas. Las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable.

c) Aguas sub-superficiales

❖ Manantiales y afloramientos:

Es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

d) Aguas subterráneas

Son aquellas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato permeable.

3.5 Captación

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere, está en función de la obra de captación y sus dimensiones, de las características de la fuente para disponibilidad del agua, la localización de la fuente para el abastecimiento y la calidad del agua. Según la calidad del agua la captación puede ser:

❖ Directa

Cuando la calidad física, química y bacteriológica adoptan la cloración como tratamiento mínimo.

❖ Indirecta

Cuando la calidad bacteriológica o la turbidez ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural a través de estratos permeables conectados a la fuente.

El tipo de obra puede hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión a través de bombas hidráulicas cuando desfavorecen las condiciones del terreno.

3.5.1 Captación en Aguas Superficiales

En ríos, las obras de toma deberán llenar las condiciones siguientes:

- ❖ La bocatoma se localizará en un tramo de la corriente que esté a salvo tanto de erosión como de cualquier descarga de aguas residuales, para aislarla lo más posible de las fuentes de contaminación.
- ❖ La toma de agua se situará a un nivel inferior al de las aguas mínimas de la corriente. La velocidad del agua a través de la rejilla deberá ser de 0.10 a 0.15 m/s, para evitar, hasta donde sea posible el arrastre de materiales flotantes.
- ❖ La estructura inmediata a la transición se proyectará para que la velocidad sea en esta parte de la obra de 0.60 m/s o mayor, afín de evitar azolves. El límite máximo de velocidad permisible estará fijado por las características del agua y el material del conducto.
- ❖ Se podrán diseñar estructuras de tomas por flotación cuando los niveles del río sean muy variables.

Si se hace necesaria la construcción de una gran presa de derivación se deberán tomar en cuenta en el diseño, todo lo referente a información geológica, geotécnica, hidrológica y el cálculo estructural.

En los lagos y embalses deben tomar las siguientes consideraciones:

- ❖ Ubicar la toma en puntos tales que la calidad del agua no se desmejore.
- ❖ Las tomas podrán ser torres dentro de los embalses o lagos con entradas de agua a diferentes niveles.
- ❖ Podrán ser obras flotantes si no están expuestas a corrientes.
- ❖ Podrán ser tubos sumergidos en el fondo del lago o embalse debidamente protegido.

3.6 Línea de conducción

Consiste en todas las estructuras civiles y electromecánicas transporten el agua desde la fuente de abastecimiento a través de su captación, hasta un punto que

puede ser un tanque de regularización o una planta de tratamiento de potabilización.

En un sistema de abastecimiento de agua potable se llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento hasta un solo sitio que puede ser un tanque de regularización o una planta de tratamiento de potabilización y que posteriormente será distribuida en condiciones adecuadas a la población.

Las obras destinadas al transporte de agua potable reciben el nombre de conducción, y es posible clasificarla de acuerdo a la forma hidráulica de transportarla, la cual puede ser:

❖ **Gravedad**

Mediante canales a superficie libre, o por medio de conductos cerrados a presión. La conducción puede realizarse por gravedad si las condiciones topográficas lo permiten.

❖ **Bombeo**

Mediante conducciones a presión impulsados por equipos de bombeo.

3.7 Red de Conducción

Es un sistema integrado por un conjunto de tuberías interconectadas, debido a la existencia de dos o más fuentes de abastecimiento o sitios de distribución.

3.7.1 Conducción por gravedad

Una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor que la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega de agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponibles.

3.7.2 Conducción por bombeo-gravedad

Si la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el tanque de regulación, conviene analizar la colocación del tanque intermedio en ese lugar. La instalación de este tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad.

3.8 Tubería

Es el conjunto de tubos interconectados para formar una tubería principal, con una variedad de diámetros y materiales.

3.9 Alineamiento

La línea de conducción debe tener un alineamiento que sea lo más recto posible y evitando zonas de deslizamiento o inundaciones. Evitar presiones excesivas mediante la construcción de cajas rompe presión y evitar contrapendientes y cuando este es inevitable usar válvulas de aire.

3.10 Caudal de conducción

El caudal de diseño usual corresponde al caudal máximo diario. Eventualmente caudal máximo horario si se tiene disponibilidad hídrica y se justifica económicamente esta solución, comparando el costo adicional por mayor diámetro de tubería y el ahorro de no construir el reservorio.

En el caso de las líneas de impulsión (bombeo) el caudal de diseño se obtendrá considerando el periodo de tiempo de bombeo por día.

3.11 Válvulas

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado

de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

3.11.1 Válvulas de pase

Estarán esparcidos de manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Instalándose siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

3.11.2 Válvula de compuerta

Se utiliza al inicio de la línea para el cierre del agua en caso se requiera realizar reparaciones en la línea.

3.11.3 Válvula de aire

Válvula que se utiliza para eliminar bolsones de aire en los lugares de contrapendiente, que de no eliminarse produce cavitaciones en la tubería. Estas válvulas deben colocarse en el punto más alto de la tubería.

3.11.4 Válvulas de purga o limpia

Se utiliza en sifones, en el punto más bajo para eliminar sedimentos.

3.11.5 Válvulas de retención

Se utiliza en línea de impulsión, para evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños a la bomba.

3.11.6 Válvulas de limpieza

Estos dispositivos permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas.

3.11.7 Válvula reductora de presión y cajas rompe presión.

Serán diseñadas siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

3.12 Golpe de ariete

En la línea de conducción deberá evitarse impedimentos de un flujo continuo como pueden ser curvas bruscas o válvulas, para evitar el golpe de ariete.

Nunca deberá colocarse una válvula de cierre en el punto de entrega de la línea de conducción.

❖ Tee

Se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama te de reducción.

❖ Reducciones

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferente diámetro.

❖ Cámara o caja rompe presión

Cuando las diferencias de nivel son excesivas, estas cajas se usan para reducir la presión dentro de la tubería y evitar su colapso.

3.13 Carga hidráulica disponible

Es la energía en metros de columna de agua que poseen los sistemas, al encontrarse la fuente de abastecimiento a un nivel superior respecto de un sitio sobre el trazo de la conducción en direcciones al área de distribución.

3.14 Sobrepresión o depresión

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

3.15 Anclajes

Son soportes de concreto para garantizar la inamovilidad de la línea. Se requiere en los siguientes casos:

- Apoyo de tuberías expuestas a la intemperie.
- Cambios de direcciones verticales y horizontales.
- Lugares de disminución de diámetro

3.16 Tratamiento

Se refiere a todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos principales de una planta potabilizadora son lograr un agua que sea segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económico. Las mayorías de las aguas superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización, si la calidad del agua satisface las Normas CAPRE (Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana), deberá someterse a tratamiento para su potabilización.

La mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento como mínimo cloración. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

La desinfección es un proceso diseñado para eliminar organismos peligrosos. En la desinfección son importantes dos factores; el tiempo de contacto y la concentración del agente desinfectante.

El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial, desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua. En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua potable debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

3.17 Almacenamiento

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo, incendios, y variaciones de consumo.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente. Además equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- ❖ Tanques apoyados en el suelo.
- ❖ Tanques elevados.

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible de la red de distribución y acuerdo a su ubicación el tanque

de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución o de excedencia (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red.

3.18 Red de distribución

Es un sistema de tuberías encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales de todos los tipos, industriales, etc).

3.19 Tipos de redes

Dependiendo de la topografía, de la viabilidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

❖ Ramificados

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Este tipo de red es usada cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

❖ Tipos mallados

Son aquellas redes construidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara siempre de lograrse mediante interconexiones de tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente

El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo.

3.20 Periodo de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimientos de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito determinar que periodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

3.21 Consumo de agua

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes e igual al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales.

Históricamente se ha creído que el consumo de agua depende única y exclusivamente del crecimiento poblacional, pero actualmente se ha demostrado que el consumo de agua es también influenciado por factores tales como el clima, nivel económico, la densidad de población, el grado de industrialización, el costo de las tuberías, fugas y existencia de alcantarillado sanitario.

3.22 Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- ❖ Nivel de servicio adoptado
- ❖ Factores geográficos
- ❖ Factores culturales
- ❖ Uso del agua
- ❖ Densidad demográfica.

3.23 Calidad del Agua

Entre los múltiples casos de transmisión de enfermedades relacionadas con la calidad microbiológica del agua para el consumo humano se destacan brotes por *Crisptosporidium* vinculados a defectos en el proceso de tratamiento y por *E. Coli* Entero-Hemorrágico vinculados con las roturas de la red de distribución, entre otros.

La contaminación fecal del agua potable, puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales: Bacterias, virus.

La preservación de las fuentes de agua, se evita las contaminaciones del tipo, doméstico, agrícola, industrial, o de cualquier otra índole; por lo cual se presentará las respectivas recomendaciones, en base a las disposiciones legales existentes emitidas por las instituciones encargadas de la vigilancia, control, preservación y mejoramiento del medio ambiente tales como INAA, MARENA, INETER etc.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros que indican la calidad del agua, según las Norma CAPRE.

Cloro residual.

Es la cantidad de cloro presente en el agua, luego de haber procedido a su desinfección de un periodo de contacto superior a los 30 minutos.

3.24 Población a servir

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial, la población a servir estará en dependencia de las características de la población, objeto de estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecer.

3.25 Nivel de servicio

Los niveles de servicios se consideraran por medio de conexiones domiciliarias.

3.26 Conexiones domiciliarias.

Son tomas de agua, que en ocasiones esporádicas están sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operación (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

3.27 Hidrantes

Son piezas especiales, los cuales se encontrará en las líneas matrices de las redes de distribución. Tomando en cuenta su función específica, se fijará su capacidad en función a la naturaleza de las áreas a las que deberán prestar su protección.

3.28 Cobertura y localización de tubería

Para sitios que corresponden a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 m sobre las coronas de las tuberías, y en caminos de pocos tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona del tubo, según la Norma propiciada por INAA.

3.29 Tuberías y Válvulas en succión y descarga de bombas.

3.29.1 Succión

Nunca deberán usarse tuberías de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba.

En el extremo de la tubería de succión se instalará una válvula de pie con coladera. El área libre de las aberturas de la coladera deberá ser de 2 a 4 veces la sección de la tubería de succión. La línea de succión debe ser lo más corta y

recta posible, deben evitarse los cambios de dirección, especialmente cerca de la bomba.

La línea de succión debe llegar hasta la succión de la bomba evitando codos o tees horizontales. Si el diámetro de la tubería de succión es mayor que el de la admisión de la bomba, deberá conectarse por medio de una reducción excéntrica con su parte superior horizontal.

Se deberá proporcionar una línea de succión separada para cada bomba. Si esto no es posible, y se utiliza un múltiple de succión, las derivaciones se harán por medio de yees. El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión, será por lo menos el diámetro comercial inmediatamente superior.

3.30 Software de computadoras

❖ AutoCAD

Es un programa de dibujo técnico desarrollado por Autodesk para el uso de ingenieros, técnicos y otros profesionales de carreras de diseño.

AutoCAD es un programa, como su nombre lo dice Computer Aid Design (Programa que ayuda a diseñar), en el que se puede realizar todo tipo de diseños técnicos, muy útil para ingenieros, pudiendo crear diseños de todo tipo en 2d y 3d, planos, objetos, cortes de objetos, y este contiene herramientas avanzadas para cualquier tipo de diseño.

Gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado.

❖ EPANET

Es un programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. Aunque también puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.

El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para obtener la presión los caudales en nodos y tuberías respectivamente, se obtienen velocidades del flujo, diámetros y además de eso otras funciones para el cálculo de la calidad del agua.

EPANET proporciona un entorno informático integrado para la edición de datos de la red de entrada, para ejecutar simulaciones hidráulicas y de calidad del agua, y pudiendo ver los resultados en una variedad de formatos bastante amplia. Estos incluyen códigos de colores planos de la red, tablas de datos, gráficos de series temporales y gráficos de curvas de nivel.

Capítulo IV

Diseño metodológico

Capítulo IV – Diseño metodológico

Es necesario tomar en consideración una serie de elementos, que permitan mediante estudios, métodos, y criterios especializados para lograr un diseño eficaz que satisfaga de manera efectiva y sustentable la necesidad que se tiene del servicio del agua, proporcionándolo en forma ininterrumpida, en cantidad y con la calidad apropiada.

El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), como Ente regulador del sector agua y saneamiento, tiene dentro de sus funciones la elaboración de normas para el buen desarrollo y funcionamiento de los sistemas actuales y futuros dentro del sector; por lo tanto se emplearan normativas para el desarrollo del diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua.

A continuación se describe la metodología a emplear en la evaluación del sistema de abastecimiento agua potable del barrio Concepción de María del distrito VI en la ciudad de Managua.

La investigación se clasifica como desarrollo tecnológico, descriptivo y de alcance temporal.

Es de carácter descriptivo ya que se realizará una descripción de la situación técnico ambiental y socio - económico. Según el alcance temporal el estudio es de corte transversal, debido a que se refiere a un momento específico.

Para obtener la información de la presente investigación se hará uso de diversos métodos:

- ❖ Revisión bibliográfica, con el fin de manejar la información técnica y legal correspondiente al estudio a realizarse.
- ❖ Encuesta socioeconómica, con el objetivo de identificar el nivel de compromiso de los pobladores con respecto a la propuesta de diseño a implementarse.

- ❖ Levantamiento topográfico en la zona de estudio con el objeto de conocer planimetría y altimetría del terreno para llevar a cabo un buen diseño hidráulico optimizando las presiones en el sistema.
- ❖ La metodología de referencia utilizada para elaborar el diseño del MABE será tomado de la según las normas técnicas para el diseño de Abastecimiento y Potabilización del agua (NTON 09003-99)

4.1 Levantamiento Topográfico

Los datos topográficos servirán para realizar la mejor los cálculos de evaluación de diseño hidráulico del sistema además brindará los planos de planimetría y altimetría consecutivamente.

Levantamiento de tipo general:

Se marcará los linderos, medianías o límites de las propiedades, y así medir y dividir las superficies. Mediante las siguientes operaciones:

- ❖ Definición de itinerario y medición de poligonales por los linderos existentes para encontrar su longitud y orientación o dirección.
- ❖ Replanteo de linderos desaparecidos partiendo de datos anteriores sobre la longitud y orientación valiéndose de toda la información posibles y disponible.
- ❖ Amojonamiento de linderos para garantizar su posición y permanencia.
- ❖ Referencia de los mojones, ligados posicionalmente a señales permanentes en el terreno...
- ❖ Representación gráfica del levantamiento mediante la confección o dibujo de planos.

4.2 Levantamiento de tipo catastral y Urbano.

Estos son levantamientos que se realizan en zonas urbanas como rurales con el objetivo de fijar linderos o estudiar las zonas y de obtener un plano que servirá de base para la planeación, estudios y diseños de ensanches, reformas, proyectos de vías y de servicios públicos como el de redes de acueductos y alcantarillados sanitarios, etc., se llevará a cabo este levantamiento con los siguientes procedimientos:

- ❖ Establecimiento de una red de puntos de apoyo, tanto en planimetría como en altimetría.
- ❖ Referenciación de puntos esenciales, tales como esquinas de calles, con marcas adecuadas referido a un sistema único de coordenadas rectangulares.
- ❖ Confección de un plano de la población bien detallado con la localización y dimensiones de cada casa.
- ❖ Dibujo de uno o varios planos donde se pueda apreciar la red de distribución del servicio de agua que va por el subsuelo.

4.3 Elemento de diseño

En la presente investigación se hará uso de los criterios de diseños que fueron establecidos por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), a través de las Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

4.4 Proyección de población

La población es el componente principal para proyectar, cuantificar y determinar el tamaño de la obra. Por medio de las demandas futuras de una población se prevé en el diseño las exigencias de la fuente de abastecimiento, línea de conducción, red de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

4.5 Fuente de información

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio.

Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y el Programa de Erradicación de la Malaria del MINSA.

Si fuera el caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se podrán realizar censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento directo del INEC.

4.6 Población de diseño

La proyección de la población se calculará a través de la fórmula que utiliza el Método Geométrico, que es el método que mejor se asemeja al crecimiento de la población por lo que es recomendado por las normas del INAA, fórmula es la siguiente expresión:

Ecuación 1. Población al final del período de diseño.

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Donde:

P_n : Población al final del período de diseño.

P_o : Población actual.

r : Razón de crecimientos expresada en decimal.

n : Número de años que comprende el período de diseño.

Ecuación 2. Tasa de Crecimiento en periodo de diseño expresada en decimal

$$r = \left(\frac{P_f}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}-1} * 100 (\%)$$

4.7 Métodos de Cálculo

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para la comunidad. Con el fin de determinar la población futura es necesario estudiar las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, y hacer predicciones sobre su futuro desarrollo, especialmente en lo concerniente a turismo y comercial. La base de cualquier tipo de proyección son los censos.

Existen varias metodologías para la proyección de población entre las cuales la principal para el desarrollo del diseño. Al momento de la selección de la tasa de crecimiento y el método de proyección este debe estar sustentado ante el INEC.

4.8 Tasa de crecimiento geométrico

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Según las Normas INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

- ❖ Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano Mayor de 4%.
- ❖ Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano Menor del 2.5%.
- ❖ Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos Adoptados presenta una tasa de crecimiento:

- a) Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de Crecimiento anual.
- b) Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de Crecimiento del 2.5%.
- c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará Basada en el promedio obtenido.

4.9 Proyección de consumo

4.9.1 Consumo Doméstico.

Establecido el nivel de servicio domiciliario en las comunidades, implica un abastecimiento de agua de mayor nivel de consumo; según normas mínimas del INAA.

4.9.2 Consumo Institucional.

Considerando la existencia de Centros Públicos, tales como: Centro Escolar de Primaria, e Iglesia; según normas de INAA a centros institucionales les corresponde el 7% del CPD del consumo domiciliario.

4.9.3 Consumo Promedio Diario.

Se define como el producto del consumo unitario promedio y la población a servir.

4.10 Dotación y Población a servir

4.10.1 Dotación de Agua

Se entiende por dotación la cantidad de agua asignada en un día a cada Habitante generalmente se expresa en l/p-d.

4.11 Fuente de abastecimiento

4.11.1 Estudios preliminares

La calidad, cantidad y continuidad de la fuente de abastecimiento de agua deberá estar de acuerdo con la norma del INAA.

4.11.2 Investigación complementaria

Para la correcta elaboración del proyecto se realizará una investigación complementaria:

- ❖ Deberán complementarse con investigaciones sobre el terreno como la toma de muestras análisis fisicoquímicos, etc.
- ❖ Determinación en laboratorios de procesos unitarios que comprendan coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección.

4.11.3 Requisitos sobre la calidad del Agua

El agua de fuente de abastecimiento deberá ser examinada con el objeto de determinar las características siguientes:

- ❖ Bacteriológicas
- ❖ Físicas
- ❖ Químicas
- ❖ Biológicas

La calidad del agua deberá estar de acuerdo a las Normas de Calidad del Agua

El agua de la fuente debe ser de tal calidad que no requiera un tratamiento que sea excesivo o antieconómico. En la siguiente tabla se indican los diversos límites aceptables del contenido de sustancias en la fuente de abastecimiento.

Cuadro 2. Clasificación de fuentes de Agua y posible tratamiento

ITEM	Fuente buena. Requiere como tratamiento únicamente desinfección	fuentes que pueden requerir tratamiento usual tal como filtración y desinfección	Fuente deficiente puede requerir tratamiento especial y desinfección
DBO (5-días) mg/lit			
Promedio Mensual	0.75-1.5	1.5-2.5	Mayor de 2.5
Máximo diario:	1.0-3.0	3.0-4.0	Mayor de 4.0
COLIFORME NMP por 100 ml			
Promedio Mensual	50-100	50-500	Mayor de 5000
Máximo diario:	Más de 100 en menos del 5% de las muestras	Más de 5000 en menos del 20% de las muestras.	Más de 20000 en menos de 5% de las muestras.
OXIGENO DISUELO			
(mg/lit)	4.0 (mínimo)	4.0 (mínimo)	4.0 (promedio)
Saturación	75% o mayor	60% mayor	
pH Promedio	6.0 - 8.5	5.0 - 09	3.8 - 10.5
CLORURO max. Mg/lit	Menor de 1.5	1.5 - 3.0	Mayor de 250
FLUORUROS, mg/lit	Menor de 1.5	1.5 - 30	Mayor de 3.0
COMPUESTOS			
FENOLICOS max. Mg/lit	Ninguno	0.005	Mayor de 0.005
COLOR, unitario	20	20 - 150	Mayor de 150
TURBIEDAD, unitario	10	10 - 250	Mayor de 250

Fuente. CAPRE

Notas:

- ❖ Toda fuente superficial debe tener como tratamiento mínimo la desinfección
- ❖ El valor de los límites en esta tabla es relativo y se debe utilizar solamente, como una guía general para cada caso.

La “Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano”, editadas por CAPRE, muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros para proteger la calidad del agua evitando contaminaciones del tipo, doméstico, agrícola, industrial, o de cualquier otra índole; para lo cual se presentará las recomendaciones necesarias para esta darle un tratamiento adecuado al caudal que se extraiga de la fuente, en base a las disposiciones legales existentes emitidas por las instituciones encargadas de la vigilancia, control, preservación y mejoramiento del medio ambiente tales como INAA, MARENA, INETER etc.

4.12 Parámetros de diseños

4.12.1 Períodos de diseños

Considerando la vida útil de las estructuras y los equipos de componentes del sistema, el crecimiento poblacional, como posibles desarrollos o cambios de la comunidad que dificulten realizar la ampliación del proyecto se estima que se alcanzará en un período de 20 años.

4.13 Variaciones de Consumo

4.13.1 Consumo promedio diario (CPD).

El caudal promedio diario se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 3.Caudal promedio diario

$$\text{CPD} = \text{Dotación} * \text{Habitantes.}$$

$$Q_m = \frac{\text{módulo de consumo} \times \text{poblaciones futura}}{86,400 \text{ seg (24 hrs)}}$$

4.14 Consumo promedio diario total (CPDT).

El consumo promedio diario total (CPDT) es el resultado de sumar el consumo Domiciliar más el Consumo Público.

4.15 Consumo Máximo Día (CMD).

El consumo máximo día (CMD), se estima utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario total (CPDT) según lo establecido para las localidades del país en las Normas INAA.

Ecuación 4.Consumo máximo día

$$\text{CMD} = 1.5 * \text{CPDT}$$

4.16 Consumo de Máxima Hora (CMH)

El consumo máxima hora (CMH), se estima utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al consumo promedio diario total (CPDT), según lo establecido para las localidades del país en las Normas INAA.

Ecuación 5. Consumo máxima hora (CMH)

$$\text{CMH} = 2.5 * \text{CPDT}$$

4.17 Presiones Máximas y Mínimas para línea de conducción

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento el INAA recomienda que cumpla un rango permisible, en los valores siguientes.

Presión Mínima residual en la red principal de: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

4.18 Coeficiente de Rugosidad (C)

Fórmula de Hazen -Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos

Cuadro 3. Tipos de material del acueducto

Tipos de material del acueducto	Coeficiente de Rugosidad (c)
Tubo de hierro Galvanizado (Hº.Gº)	100
Tubería de Hormigón	130
Asbesto cemento	140
Hierro Fundido cubierto (Interior y exteriormente)(Hº.Fº)	130
Cloruro de Polivinilo (PVC)	150

Fuente. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento de agua potable (INAA).

4.19 Velocidades permisibles en tuberías en líneas de conducción

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

1. Velocidad mínima = 0.6 m/s.
2. Velocidad máxima = 2.0 m/s.

4.20 Pérdida de agua en el sistema

Para sistema de abastecimiento de agua potable se deberá de considerar el 20% de pérdidas de agua del Consumo Promedio Diario, según lo estipulan las Normas del INAA.

4.21 Línea de conducción

La línea se diseñará con la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).

4.22 Tratamiento

Se extraerán muestras de la fuente de la cual se pretende alimentar el sistema de agua potable, para examinar las muestras y así obtener los resultados y luego realizar comparaciones con las normas bacteriológicas de la calidad del agua para el consumo humano, por consiguiente un análisis para el debido tratamiento del vital líquido extraído de la fuente.

4.22.1 Desinfección

Conociendo los resultados de las muestras tomadas de la fuente de captación obtenidos por laboratorios de microbiología, Para el proceso de desinfección

Escherichia Coli o bacterias coliformes (fecales) termotolerantes: No se deben detectar en ninguna muestra de 100ml de agua destinada al consumo humano.

Bacterias coliformes totales: No deben ser detectables en ninguna muestra de 100ml de agua tratada que ingrese al sistema de distribución. Puede darse tolerancia de hasta 5% para la ocurrencia ocasional de organismos coliformes en muestra del sistema de distribución tomadas en un periodo de 12 meses, siempre y cuando que no haya presencia de E. Coli.

4.22.1.1 Parámetros que influyen en la eficiencia de la desinfección

Cuadro 4. Parámetros que influyen en la eficiencia de la desinfección

Turbiedad	<5 UNT
P _H	<8
Tiempo de retención	>30 min

Fuente CEPIS

4.23 Tanque de almacenamiento

El volumen de almacenamiento requerido deberá atender las necesidades siguientes:

- ❖ Volumen compensador 15% del caudal promedio diario. según recomendación de DIGESA en proyectos por gravedad.
- ❖ Volumen de emergencia 20% del volumen total de agua del consumo promedio diario.

Por lo que el total es 35% del caudal promedio diario, conforme a las normas del INAA, para medio rural.

El volumen del tanque será igual a la suma de volumen compensador más el volumen de emergencia.

4.23.1 Dimensiones del tanque

La altura del tanque será el mismo valor que la del diámetro del tanque

Ecuación 6. Diámetro del tanque

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

Donde:

D: Es el diámetro del tanque

V: Es el volumen del tanque

4.23.2 Nivel de Rebose del Tanque

Ecuación 7. Nivel de rebose del tanque

$$\text{NRT} = \text{NT} + H_{\text{tanque}}$$

Donde:

NRT: Es el nivel de rebose del tanque.

NT: Nivel del terreno.

H Tanque: Es la altura del tanque.

4.23.3 Componentes

El tanque de almacenamiento, debe tener los siguientes accesorios:

1. Tubos de entrada, salida, rebose, limpia y ventilación.
2. Canastilla de protección en tubo de salida.
3. Tubo de paso directo (by – pass) para mantener el servicio durante el mantenimiento del reservorio.
4. Tapa sanitaria y escaleras (externa e interna).

La caseta de válvulas, debe tener los accesorios siguientes:

1. Válvulas para controlar paso directo (by pass), salida, limpia y rebose, pintados de colores diferentes para su fácil identificación.

4.23.4 Ubicación

El tanque estará situado en un sitio lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de la red de distribución.

4.23.5 Altura Mínima

Según las Normas del INAA, la altura del fondo del tanque estará a una elevación tal que, una vez obtenidas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.

4.24 Red de Distribución

La red se diseñará con la condición del Consumo de Máxima Hora (CMH) a fines del período de diseño el que consiste en aplicar el factor de 2.5 al Consumo Promedio Diario Total (CPDT), más las pérdidas.

La determinación de los gastos de cálculos de una localidad, depende de los años dentro del período de diseño, de la población, dotaciones, de las pérdidas en la red y de los factores de que afectan el consumo.

Mediante esta hipótesis se precederá a determinarse el consumo promedio diario, el consumo máximo horario y el consumo del máximo día, que servirán para los análisis de la red.

4.25 Parámetros de diseños

El diseño de la red de distribución estará bajo la cobertura de los parámetros de diseños que establece las normas del INAA.

4.25.1 Velocidades permisibles.

Según los parámetros establecidos por las normas del INAA, el intervalo de velocidades de flujo es de 0.4 m/s a 2.00 m/s.

4.25.2 Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 mts, la carga estática máxima será de 50.00 mts. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 mts., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

4.25.3 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3 7.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 mts.

4.25.4 Cobertura sobre tuberías

Las tuberías iran colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

4.26 Distribución por bombeo

Según la norma INAA para el diseño de un sistema por bombeo se utilizará un sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento y del tanque de almacenamiento a red de distribución por gravedad.

4.26.1 Sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento

En esta condición el caudal correspondiente al consumo máximo diario será bombeado hacia el tanque de almacenamiento. La red demandará del tanque el consumo de la máxima hora (Q_{maxh}), o la demanda coincidente. El tanque trabajará con una altura que le permitirá dar las presiones residuales mínimas establecidas en todos los puntos de la red.

4.26.2 Distribución de gastos o consumo concentrados

En la elaboración del plano de distribución de gastos o consumos concentrados, se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Se dividirá la localidad en áreas tributarias a cada uno de los nudos de las mallas principales, tomando en cuenta la densidad de población actual y futura, como también la topografía y las posibilidades de expansión.
2. Con los datos de áreas, densidades, dotaciones y factores de variación del consumo, se determinarán los caudales tributarios a cada nudo de las mallas principales.
3. Para localidades pequeñas y en localidades en las cuales se pueda estimar que su desarrollo futuro sea en base a densidades uniformes, se podrán obtener los consumos concentrados en base al consumo por unidad de longitud de las tuberías.
4. Evitar que las demandas concentradas se localicen en los nudos de las mallas en distancias menores a los 200 metros o mayores de 300 metros.

❖ Análisis hidráulico Línea Conducción y Red de Distribución

El análisis hidráulico de la Línea conducción y Red de Distribución, se realizara aplicando la fórmula de Hazen-Williams para determinar las pérdidas.

El dimensionamiento de la línea de conducción seleccionando el diámetro más económico con la fórmula de Bresse.

El sistema de la red de distribución será diseñado respecto al plano de planimetría tomando en cuenta que la red pueda abarcar toda la población por medio de nodos principales y así se realice la distribución adecuada, la red puede tener una forma abierta, de malla cerrada o una combinación de ambas.

Su diseño se llevará a cabo por medio de los software primeramente AutoCad para realizar el plano de planimetría y altimetría, a la vez ubicar la red para después exportar el diseño planimetrico al software Epanet, donde se realizan

procedimientos por el método de Hardy-Cross, se evaluará para las condiciones de Consumo de Máxima Hora (CMH) y cero consumos a finales del período de diseño.

Lo anterior se efectuará para cada una de las diferentes condiciones de trabajo de la red y después de haber determinado previamente lo siguiente:

1. Caudales de salida para cada punto y de acuerdo con las áreas tributarias.
2. Longitudes para cada tramo.
3. Elevaciones de cada uno de los puntos de concentración de caudales. Se tomará como criterios de diseños las normativas correspondientes en lo que se refiere a las presiones estáticas y residuales en cada uno de los puntos de las redes.

4.27 Localización de hidrantes

Estos se fijaran en lugares en donde se llevan a cabo reuniones o aglomeraciones públicas, tales como: cines, gimnasios, teatros, escuelas, iglesias, etc. En tales lugares la protección debe de buscarse en base a dos hidrantes de 6"(150mm) de diámetro como mínimo.

4.28 Conexiones domiciliarias

El diámetro mínimo de cada conexión será de $\frac{1}{2}$ "(12.5 mm) pulgada, según lo establecido en las normas del INAA.

Estas conexiones deberán estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

Capítulo V

Análisis y Presentación de Resultados

Capítulo V. – Análisis y presentación de resultados

5.1 Conceptualización del Proyecto

Con el objetivo de brindar solución al desabastecimiento de agua potable en el barrio Concepción de María se propone, la evaluación hidráulica del sistema de agua potable y propuesta de dos tanques de 7mx6mx2m aplicando cada uno de los criterios técnicos que establecen los parámetros de diseño.

5.2 Estudio Socioeconómico

La población del barrio Concepción de María está distribuido de la siguiente manera: El 40% de la población son hombres, el 35% mujeres y el 25% niños. Se muestra en la figura1 del grafico de distribución poblacional del barrio Concepción de María y es representativamente homogénea. El 54% son personas adultas y un 46 % niños. Se muestra en la figura 2 del gráfico de clasificación de la población.

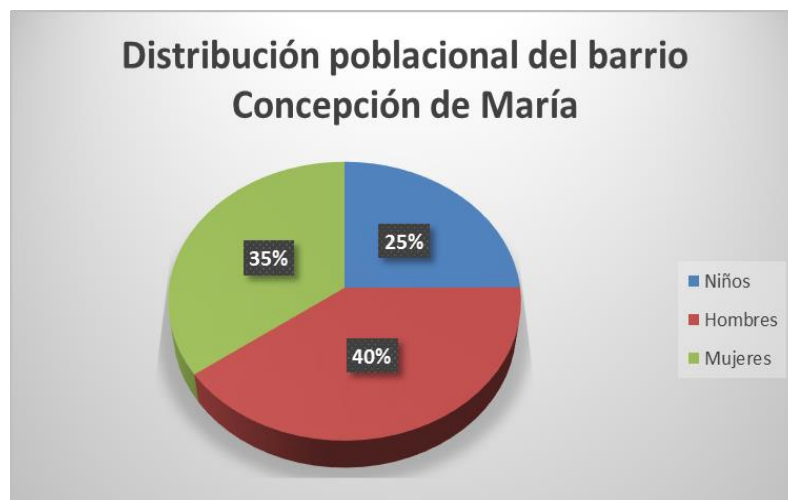
El 58% de los jefes de familia son varones y el 42% mujeres. Se muestra en la figura 3 del gráfico de clasificación de la población por sexo. La actividad económica predominante, es la de Guarda de seguridad con un 22%, Auxiliar de farmacia 22%, Asistente del hogar 21%, Auxiliar de contabilidad 12%, Asistente de administración de empresas 2% y manifiesta estar desempleado el 21% de su población. Se muestra en figura 4 del gráfico de Actividad laboral.

Cuadro 5. Distribución Poblacional del barrio Concepción de María

Niños	552	24,92%
Hombres	886	40,00%
Mujeres	777	35,08%
Total	2215	100,00%

Fuente. Propia

Figura 3. Gráfico de Distribución Poblacional del barrio Concepción de María



Fuente. Propia

Cuadro 6. Porcentajes de adultos y niños

Adultos	1196	54,00%
Niños	1019	46,00%
Total	2215	100,00%

Fuente. Propia

Figura 4. Gráfico de porcentajes de adultos y niños



Fuente. Propia

Cuadro 7. Clasificación de la población por sexo

Varones	1285	58,01%
Mujeres	930	41,99%
Total	2215	100,00%

Fuente. Propia

Figura 5. Grafico clasificación de la población por sexo



Fuente. Propia

Cuadro 8. Actividad laboral

Guarda de seguridad	494	22,30%
Asistente del hogar	459	20,72%
Asistente de administración de empresas	56	2,53%
Auxiliar de farmacia	480	21,67%
Auxiliar de contabilidad	266	12,01%
Desempleado	460	20,77%
Total	2215	100,00%

Fuente. Propia

Figura 6. Grafico actividad laboral



Fuente. Propia

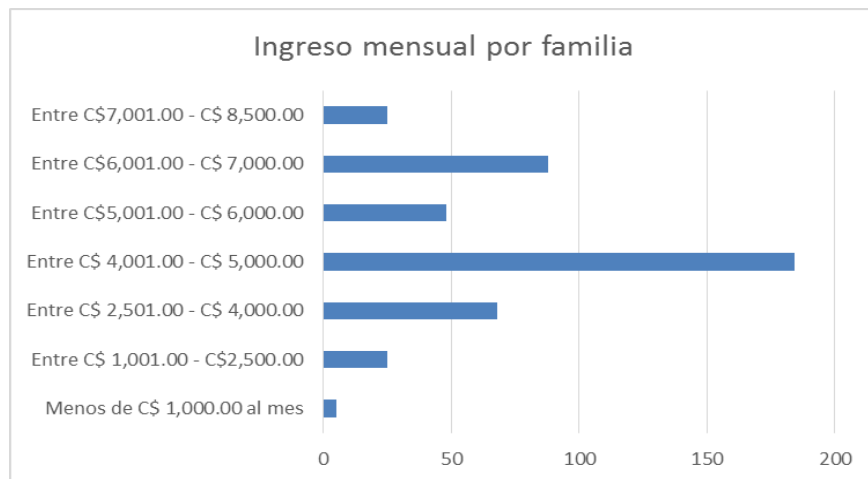
En el cuadro 7 y figura 4 del grafico de la actividad laboral se deduce que en la mayoría de los hogares es el hombre el que lleva la responsabilidad de obtener ingresos económicos y es de suponer que las mujeres se dedican en mayor parte a la labor del hogar.

Cuadro 9. Ingreso mensual por familia

Ingreso	# de viviendas
Menos de C\$ 1,000.00 al mes	5
Entre C\$ 1,001.00 - C\$2,500.00	25
Entre C\$ 2,501.00 - C\$ 4,000.00	68
Entre C\$ 4,001.00 - C\$ 5,000.00	184
Entre C\$5,001.00 - C\$ 6,000.00	48
Entre C\$6,001.00 - C\$ 7,000.00	88
Entre C\$7,001.00 - C\$ 8,500.00	25
Total	443

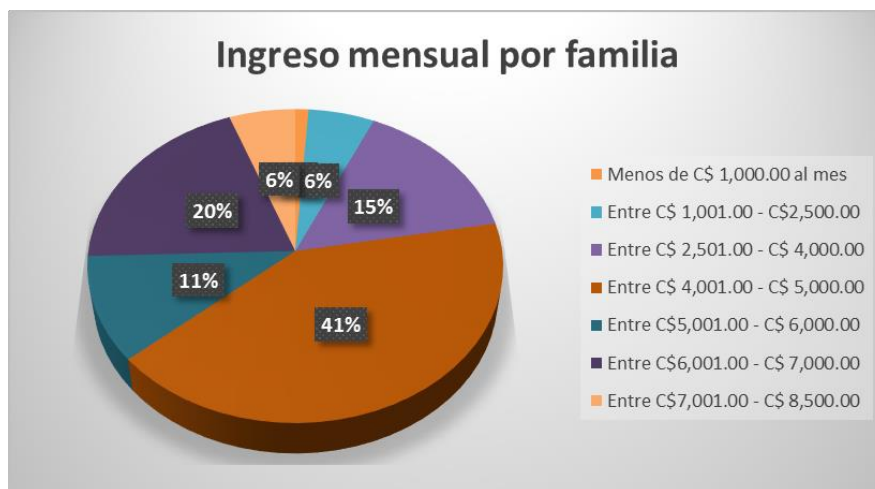
Fuente. Propia

Figura 7. Grafico ingreso mensual por familia



Fuente. Propia

Figura 8. Grafico ingreso mensual por familia



Fuente. Propia

En el cuadro 8 muestra el ingreso mensual por familia para un total de 443 viviendas.

El ingreso más predominante anda entre C\$4,001-C\$5,000 con un 41%, de C\$6,001 a C\$7,000 con un 20%, de C\$2,501 a C\$4,000 con un 15%, de C\$5,001 a C\$6,000 con un 11%, de C\$1,001 a C\$2,500 con un 6%, de C\$7,001 a C\$8,500 con un 6% y el 1% muestra el ingreso más bajo de salario.

5.3. Proyección de Población

5.3.1. Tasa de Crecimiento

Se tomó como valor a representar de la Tasa de crecimiento para Proyección de la Población 2.5%, este valor se encuentra dentro del rango de las normas (2.5 - 4.0%), para poblaciones urbanas y/o rurales en Nicaragua.

5.3.2. Calculo de la Proyección de la Población

La población de diseño de nuestro proyecto se calculó aplicando la fórmula de Población al final del Periodo de Diseño

Cuadro 10. Proyección y consumo del barrio Concepción de María

#	Año	Población	Consumo Promedio		Consumo máximo diario		Consumo máxima hora		Viviendas proyectadas
			GPD	LPD	GPM	LPS	GPM	LPS	
0	2018	2215	52668	199350	54,86	3,46	91,44	5,77	443
1	2019	2281	54248	205331	56,51	3,56	94,18	5,94	456
2	2020	2350	55876	211490	58,20	3,67	97,01	6,12	470
3	2021	2420	57552	217835	59,95	3,78	99,92	6,30	484
4	2022	2493	59279	224370	61,75	3,90	102,91	6,49	499
5	2023	2568	61057	231101	63,60	4,01	106,00	6,69	514
6	2024	2645	62889	238034	65,51	4,13	109,18	6,89	529
7	2025	2724	64776	245175	67,47	4,26	112,46	7,09	545
8	2026	2806	66719	252531	69,50	4,38	115,83	7,31	561
9	2027	2890	68720	260107	71,58	4,52	119,31	7,53	578
10	2028	2977	70782	267910	73,73	4,65	122,89	7,75	595
11	2029	3066	72905	275947	75,94	4,79	126,57	7,98	613
12	2030	3158	75093	284225	78,22	4,93	130,37	8,22	632
13	2031	3253	77345	292752	80,57	5,08	134,28	8,47	651
14	2032	3350	79666	301535	82,99	5,23	138,31	8,72	670
15	2033	3451	82056	310581	85,47	5,39	142,46	8,99	690
16	2034	3554	84517	319898	88,04	5,55	146,73	9,26	711
17	2035	3661	87053	329495	90,68	5,72	151,13	9,53	732
18	2036	3771	89664	339380	93,40	5,89	155,67	9,82	754
19	2037	3884	92354	349561	96,20	6,07	160,34	10,11	777
20	2038	4001	95125	360048	99,09	6,25	165,15	10,42	800

Fuente. Propia

En el cuadro 9 se muestra la proyección de la población para un periodo de diseño de 20 años utilizando una tasa de crecimiento $r=3\%$.

CMD=6.25lps

CMH=10.42lps

El consumo de máximo diario resultó 6.25 lps y el consumo de máxima hora resultó 10.42 lps para beneficiar a 2,215 habitantes (443 viviendas) en el periodo de diseño.

Se pueden enumerar las siguientes observaciones:

1. La proyección de la población del barrio Concepción de María hasta el año 2038, con una tasa de crecimiento del 3% es bastante adecuada y estaría dentro del margen de seguridad para cumplir con la demanda actual y futura del vital líquido.
2. La cantidad de 2,215 habitantes a beneficiar con agua potable se obtuvo de censo realizado en el barrio Concepción de María, actividad que contó con la colaboración de los líderes comunitarios y mediante visitas realizadas a hogares previstos a beneficiarse.

5.3.3. Demanda Actual y Futura

Para el cálculo de consumo de población se basó en la Información recopilada con anterioridad. En cuanto al crecimiento poblacional proyectado la dotación estipulada, por las normas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Urbano, se incrementará por un factor estimado de consumo institucional y otro de pérdidas y desperdicio de agua en el sistema, determinando así los consumos del último año del periodo de diseño del proyecto.

5.3.4. Dotación de Agua

La dotación de la población de acuerdo con las normas del INAA para Diseño de Abastecimiento de Agua para las ciudades del resto del país, con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias, es de 75 lppd (19.8150 galones por persona diario).

El análisis y cálculo la dotación estimada será de 75 lppd o 19.8150 galones por persona diario.

Establecida la dotación de acuerdo al nivel de servicio domiciliar en el barrio Concepción de María implica un abastecimiento de agua de mayor nivel de consumo; según normas mínimas del INAA.

5.3.5. Consumo Promedio Diario

Se calculó el consumo promedio diario multiplicado la dotación por la cantidad de habitante para el último periodo de diseño.

CPD: Dotación * Habitantes

El caudal de diseño de la Línea de conducción para el último año del periodo de diseño del proyecto es 360,048 l/día o 4.16722lps.

5.3.6. Pérdidas de Agua en el Sistema

Pérdidas por Fugas: $4.16722\text{lps} \times 20\% = 0.833444\text{l/s}$

5.3.7. Consumo Institucional

Consumo Institucional: $4.16722\text{lps} \times 7\% = 0.2917054\text{l/s}$

Se muestra en el cuadro 10 los cálculos de pérdidas por fugas y el consumo institucional.

Cuadro 11. Pérdidas por fugas y el consumo institucional

Pérdidas por fugas y el consumo institucional				
Año	Población	Consumo Promedio	Perdidas por fugas 20%(lps)	Consumo institucional 7%(lps)
		LPD		
2038	4001	360048	0,8334	0,2917

Fuente. Propia

5.3.8. Periodo de Diseño

El proyecto se diseñó para un periodo útil de 20 años, que va del año 2018 al año 2038. Período adoptado considerando que este el tiempo promedio de la vida útil de los materiales usados para cada componente del sistema, el crecimiento poblacional, como posibles desarrollos o cambios del barrio Concepción de María.

5.3.9. Variaciones de Consumo

Caudales de Diseño

a) Consumo máximo día (CMD).

El consumo máximo día (CMD), se estimó un valor utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD) según lo establecido por el INAA.

$$\text{CMD} = 1.5 * \text{CPD} + \text{Pérdidas} + \text{Consumo Institucional.}$$

$$\text{CMD} = (1.5 * 4.16722\text{ lps}) + 0.833444\text{ lps} + 0.2917054\text{ lps} = 7.375\text{ lps}$$

b) Consumo de máxima hora (CMH)

El consumo máxima hora (CMH), se estimó un valor utilizando el factor de variación horaria de 2.5 con respecto al consumo promedio diario (CPD), según lo establecido por el INAA.

$$\text{CMH} = 2.5 * \text{CPD} + \text{Pérdidas} + \text{Consumo Institucional.}$$

$$\text{CMH} = (2.5 * 4.16722) + 0.833444 + 0.2917054 = 11.543\text{ lps}$$

5.3.10. Población Servida

De las 443 viviendas que existen actualmente en el barrio Concepción de María se beneficiaran en un 100%.

5.4. Almacenamiento

Calculo de Volumen de Almacenamiento:

Cuadro 12. Volumen de almacenamiento

#	Año	Población	Consumo Promedio		Perdidas por fugas 20%(lps)	Consumo institucional 7%(lps)	Almacenamiento		
			GPD	LPD			35%CPD		
					LPS	LPS	Galones	Litros	m³
0	2018	2215	52668	199350	0,4615	0,1615	23411,12	88611,08	88,6111
1	2019	2281	54248	205331	0,4753	0,1664	24113,45	91269,41	91,27
2	2020	2350	55876	211490	0,4896	0,1713	24836,85	94007,49	94,01
3	2021	2420	57552	217835	0,5042	0,1765	25581,96	96827,71	96,83
4	2022	2493	59279	224370	0,5194	0,1818	26349,42	99732,55	99,73
5	2023	2568	61057	231101	0,5350	0,1872	27139,90	102724,52	102,72
6	2024	2645	62889	238034	0,5510	0,1929	27954,10	105806,26	105,81
7	2025	2724	64776	245175	0,5675	0,1986	28792,72	108980,45	108,98
8	2026	2806	66719	252531	0,5846	0,2046	29656,50	112249,86	112,25
9	2027	2890	68720	260107	0,6021	0,2107	30546,20	115617,35	115,62
10	2028	2977	70782	267910	0,6202	0,2171	31462,58	119085,88	119,09
11	2029	3066	72905	275947	0,6388	0,2236	32406,46	122658,45	122,66
12	2030	3158	75093	284225	0,6579	0,2303	33378,65	126338,20	126,34
13	2031	3253	77345	292752	0,6777	0,2372	34380,01	130128,35	130,13
14	2032	3350	79666	301535	0,6980	0,2443	35411,41	134032,20	134,03
15	2033	3451	82056	310581	0,7189	0,2516	36473,76	138053,17	138,05
16	2034	3554	84517	319898	0,7405	0,2592	37567,97	142194,76	142,19
17	2035	3661	87053	329495	0,7627	0,2670	38695,01	146460,61	146,46
18	2036	3771	89664	339380	0,7856	0,2750	39855,86	150854,42	150,85
19	2037	3884	92354	349561	0,8092	0,2832	41051,53	155380,06	155,38
20	2038	4001	95125	360048	0,8334	0,2917	42283,08	160041,46	160,04

Fuente. Propia

En el cuadro 11 se muestra los resultados del volumen de almacenamiento para el periodo de diseño da un volumen $160.04 \text{ m}^3 = 160 \text{ m}^3$

Almacenamiento. Cálculo de capacidad de almacenamiento. El tanque tendrá las siguientes características:

Tanque superficial de cabecera

Tipo de sección externa: Rectangular

Dimensiones internas: 7m x 6m x 2m de altura útil para un volumen de 160 m^3 , se consideraran dos tanques de las mismas dimensiones.

Los tanques serán de mampostería confinada de 3000psi.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias como: Válvulas de compuerta en las tuberías de entrada y salida, andén perimetral, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tuberías de rebose y limpieza, cajas de válvulas y válvula de flotador

La capacidad del tanque deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

Volumen compensador, se estimará en 15% del CPD.

Volumen de reserva, se estimará igual al 20% del CPD.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Lo que se realizó en el cuadro 11 se muestra al final del periodo de diseño el volumen de almacenamiento.

Cuadro 13. Calculo de Pérdida por válvulas y accesorios.

Longitud Equivalente Descarga	19,45	m
Longitud Equivalente en el Almacenamiento	7,8	m
Longitud Total	455,9	m

Fuente. Propia

Cuadro 14. Perdidas Locales en Descarga.

Perdidas locales en descarga				
Accesorio	LeqXAcc.(m)	CHW	CANT.ACCES	Leq.total(m)
Válvula de pie C/Coladera	20	130	0	0
Cruz salida lateral	0,6	100	0	0
Válvula compuerta	0,3	130	0	0
Válvula de retención horizontal	6,3	130	0	0
Válvula compuerta	0,3	150	2	0,6
Codo de 90°	2,1	150	0	0
Codo de 45°	0,6	150	2	1,2
Tee	0,6	150	1	0,6
Medidor	0,3	130	1	0,3
Válvula de aire	0,3	130	2	0,6
Válvula check	16,15	130	1	16,15
Manómetro de presión	0,3	130	0	0
Entrada a tubería	1,1	150	0	0
Salida de tubería	2,2	150	0	0
Tubería sarta	4,75	150	0	0
Leq.en Descarga(m)				19,45

Fuente. Propia

En el cuadro 12 se muestra los cálculos de pérdidas por válvulas y accesorio.

En el cuadro 13 se muestra los cálculos de perdidas locales en la descarga.

Cuadro 15. Perdidas Locales en Almacenamiento.

Perdidas en la entrada del tanque de almacenamiento				
Accesorio	LeqXAcc.(m)	CHW	CANT.ACCES	Leq.total(m)
Codo de 90° 2"	1,5	150	5	7,5
Válvula compuerta 2"	0,3	130	1	0,3
Salida de tubería	2,2	150	0	0
Total Leq en entrada				7,8

Fuente. Propia

En el cuadro 14 se muestra las perdidas locales en el almacenamiento.

5.5 Calculo de Pérdida en la Línea de Conducción.

Cuadro 16. Calculo del diámetro

Formula de diametro			1plg	2,54	cm	0,0254	m
Diametro = 0.9 (Q^0.45) m			1m	100	cm		
Q(max.dia)	99,09	gpm	6,25	Lps	0,00625084	m³/s	
D		0,091709584		m	4	plg	

Fuente. Propia

El diámetro resulto de 4plg

$$hf: 10.675 * \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L$$

$$hf: 10.675 * \left(\frac{99.09^{1.852}}{150^{1.852} * 4^{4.871}} \right) * 455.9 = 2.637 \text{ m}$$

5.6 Análisis Red de Distribución

La red de distribución, estará conformada por tubería P.V.C SDR-26 y H°G° con una longitud de 4,765.02 metros con diámetro de 50 mm y 142.38 metros con diámetro de 25 mm. Por las características topográficas que presenta el terreno, el sistema global de la red, se dividió en veinte nodos.

La línea de conducción tiene una longitud 4,765.02 m con diámetro de 50 mm y 142.38 metros con diámetro de 25 mm.

El sistema de la red tiene una válvula reductora de presión, en el nodo 9, para controlar las sobrepresiones en los demás nodos por el suministro de agua y para efectos de mantenimiento y limpieza se instalará 1 válvula de limpieza.

5.6.1 Presiones Máximas y Mínimas

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó con el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo la condición de cero consumos en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario, obteniendo los siguientes resultados.

5.6.2 Análisis con Consumo Máximo Hora en la Red.

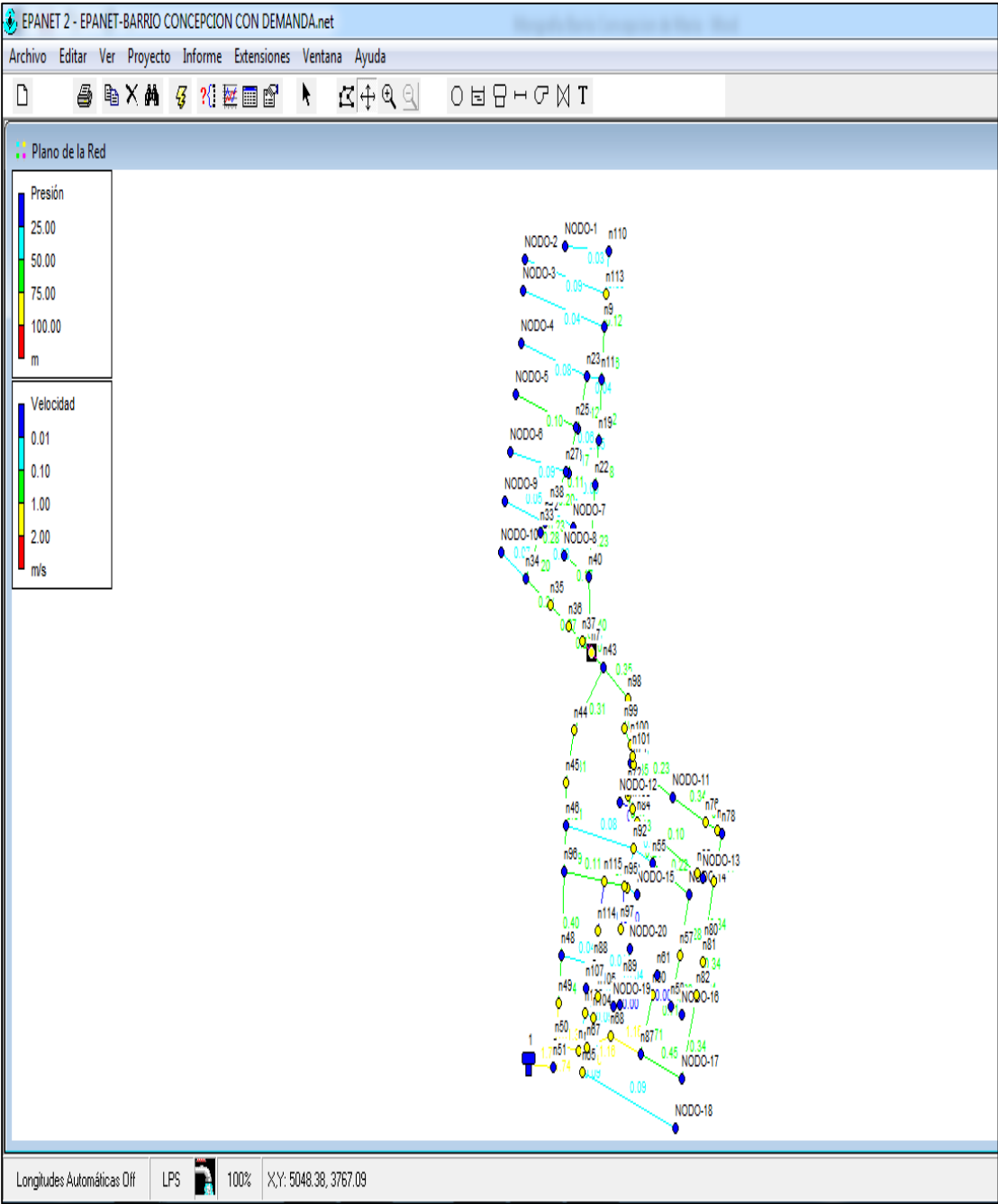
Al igual que en la condición de cero consumo, para la condición de Consumo Máximo hora, el nodo 1 y 2, es donde se concentran las presiones máximas y mínimas del sistema.

La presión mínima es de 17.06 m y se registra en el nodo 1

La presión máxima es de 15.4 m y se registra en nodo 2

Estos rangos de presiones quedan dentro de los parámetros establecidos por las normas nacionales para proyectos de abastecimiento de agua potable.

Figura 9.Red de distribución de agua potable del barrio Concepción de María



Fuente. EPANET 2.0

Resultado de Caudales nodales del Barrio Concepción de María

Figura 10. Calculo del caudal domestico

$$Q_{vivienda} = \frac{Q_{doméstico}}{N^{\circ}viviendas}$$

CMH	2.307 LPS	8.3052 M3/HR
QVIVIENDA	0.005207675 LPS	0.01874763 M3/HR
NO. VIVIENDAS	443	
CAUDAL DOMESTICO	0.01874763 LPS	

Fuente. Propia

En la figura 7 muestra los resultados de CMH: 2.307 lps, Q.vivienda: 0.005207675 lps y el Caudal Domestico: 0.01874763 lps.

Cuadro 17.Caudales nodales

NODO	VIVIENDA	CAUDAL M3/HR	CAUDAL LPS	20% PERDIDAS LPS	TOTAL LPS
1	9	0.169	0.047	0.009	0.056
2	28	0.525	0.146	0.029	0.175
3	14	0.262	0.073	0.015	0.087
4	25	0.469	0.130	0.026	0.156
5	32	0.600	0.167	0.033	0.200
6	27	0.506	0.141	0.028	0.169
7	10	0.187	0.052	0.010	0.062
8	28	0.525	0.146	0.029	0.175
9	16	0.300	0.083	0.017	0.100
10	21	0.394	0.109	0.022	0.131
11	35	0.656	0.182	0.036	0.219
12	3	0.056	0.016	0.003	0.019
13	32	0.600	0.167	0.033	0.200
14	19	0.356	0.099	0.020	0.119
15	23	0.431	0.120	0.024	0.144
16	30	0.562	0.156	0.031	0.187
17	35	0.656	0.182	0.036	0.219
18	27	0.506	0.141	0.028	0.169
19	15	0.281	0.078	0.016	0.094
20	13	0.244	0.068	0.014	0.081

Fuente. EPANET 2.0

En el cuadro 16 se muestra los resultados de los caudales nodales.

Cuadro 18. Se recomienda las siguientes tuberías AMANCO

TUBERIA	MCA
SDR 41	70
SDR 32.5	87
SDR 26	112

Fuente. AMANCO

Cuadro 19. Presiones nodales

ID NODO	Cota	Demanda base	Demanda	Presion
	mts	lps	lps	MCA
Conexión NODO-1	71.4	0.06	88.46	17.06
Conexión NODO-2	73.02	0.17	88.42	15.4
Conexión NODO-3	73.43	0.09	88.47	15.04
Conexión NODO-4	74.92	0.16	88.5	13.58
Conexión NODO-5	76	0.2	88.52	12.52
Conexión NODO-6	75.67	0.17	88.57	12.9
Conexión NODO-7	74.4	0.06	88.66	14.26
Conexión NODO-8	75.51	0.17	88.73	13.22
Conexión NODO-9	75.03	0.1	88.68	13.65
Conexión NODO-10	75.26	0.13	88.78	13.52
Conexión NODO-11	78	0.22	90.08	12.08
Conexión NODO-12	78.75	0.02	90.02	11.27
Conexión NODO-13	78.67	0.2	89.98	11.31
Conexión NODO-14	80.19	0.12	90.42	10.23
Conexión NODO-15	78.57	0.14	90.13	11.56
Conexión NODO-16	78.98	0	91.01	12.03
Conexión NODO-17	78.12	0.22	91.08	12.96
Conexión NODO-18	78.03	0.17	93.39	15.36
Conexión NODO-19	79.04	0.09	93.54	14.5
Conexión NODO-20	78.75	0.08	90.35	11.6

Fuente. EPANET 2.0

En el cuadro 17 se muestra las tuberías recomendada por AMANCO según las presiones permisibles

En el cuadro 18 se muestra los resultados de las presiones en los nodos, estas cumplen con las normas nacionales para proyectos de abastecimiento de agua potable.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 conclusiones:

Considerando los objetivos planteados, se concluye que el propósito del estudio ha sido alcanzado teniendo los siguientes indicadores:

1. Se realizó el levantamiento topográfico definiendo elevaciones, dimensiones y ubicación de la red de distribución. Se determinó el punto más alto con cota de 80.19.00 m en el nodo 14, así también, la ubicación del tanque de almacenamiento para garantizar las presiones adecuadas en la red que permitan llevar el servicio a todas las viviendas.
2. El estudio de la población con su tasa de crecimiento, brinda los datos suficientes para adoptar la dotación per cápita más adecuada a las necesidades de los pobladores.
3. Los elementos que componen el sistema de agua, fuente, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, se diseñaron de acuerdo a los datos arrojados por el estudio y bajo criterios hidráulicos.
4. El sistema adoptado es el más recomendable, habiendo tomado como referencia las características hidrogeológicas del sitio.

6.2 Recomendaciones:

1. El uso y mantenimiento preventivo del sistema agua potable, es el factor más importante a considerar una vez ejecutado el proyecto, de ello dependerá la eficacia de la inversión, por esto se refleja en este documento la organización comunitaria que garantizaría la buena administración del sistema por parte de los mismos beneficiarios una vez que los demás actores se hayan retirado.
2. La educación en medioambiente y salubridad, mediante capacitaciones periódicas, enfocadas al uso y mantenimiento del sistema de agua, aseo personal y una efectiva organización comunitaria garantizará la vida útil del proyecto y el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores que es el objetivo primordial en este tipo de estudios.

Bibliografía

1. ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua. Documento impartido por ENACAL. Publicado en el año 2006.
2. Guía para la desinfección del agua para consumo en sistemas rurales de abastecimiento de agua por gravedad u bombeo. CEPIS
3. Manual para el Diseño de Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Ing. José Manuel Jiménez Terán. Universidad Veracruzana.
4. Normas de Diseño de Abastecimientos y Potabilización del Agua. INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados).
5. “Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano”, editadas por CAPRE (Norma regional de calidad del agua comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana).

ANEXOS

Anexo 1. Organización Comunitaria.

La Ley N° 722, Ley Especial de Comités de Agua Potable y Saneamiento, tiene por objeto; Establecer las disposiciones para la organización, constitución, legalización y funcionamiento de los Comités de Agua Potable y Saneamiento.

Organización del Comité de Agua Potable y Saneamiento

La política de la Dirección de Acueductos está basada en que los proyectos de agua se lleven a cabo, con la participación de la población beneficiada, apoyados estos por un promotor social que, durante el proceso de ejecución, organiza, capacita, educa a la comunidad, motiva e incorpora a la población en cada una de las etapas del proyecto.

Antes de iniciar la construcción se debe organizar un “COMITÉ DE AGUA POTABLE”, que será el responsable directo de la administración, operación y mantenimiento del sistema, el cual debe haber sido previamente capacitado por la unidad ejecutora correspondiente, a fin de que cada miembro conozca sus responsabilidades. Es importante que el Comité reciba capacitación durante y después de la ejecución del proyecto.

Funciones del comité de agua potable.

1. Representar a la comunidad ante las instituciones del estado, instituciones privadas y alcaldía, en todo lo que tiene que ver con el sistema de agua potable y con el saneamiento básico de la comunidad.
2. Coordinar en todas esas instituciones las actividades que se hagan para mantener y mejorar el sistema de agua potable y saneamiento.
3. Garantizar que el sistema preste un buen servicio a todos los miembros de la Comunidad.
4. Garantizar la buena operación y mantenimiento del sistema.
5. Proponer las cuotas que deben dar los miembros de la comunidad por el servicio de agua y cobrar esas cuotas.

6. Mantener informada a la comunidad sobre las cuotas recibidas y los gastos que haya hecho el comité para las mejoras y mantenimiento del sistema.
7. Proponer a la comunidad los cambios que pueden hacerse en el sistema.
8. Recibir y aprobar las nuevas solicitudes de conexiones que hagan los miembros de la comunidad.
9. Informar sobre el estado del sistema, ya sea que esté bien o tenga algún problema para que todos colaboren en su solución.
10. Ayudar a que se cumplan las reglas de higiene para el uso del agua, las letrinas, y la limpieza en general.
11. Orientar para que toda la comunidad colabore en la conservación y mejoramiento de los recursos forestales en el sitio de ubicación de la fuente, reforestando, Evitando las quemas y tala innecesaria en toda la comunidad.

Miembros del CAPS.

Para un sistema tipo, Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico, debe contar con los siguientes miembros:

Coordinador

Es el encargado de dirigir las actividades del Comité y de coordinar acciones con otras instituciones vinculadas al agua potable, él o ella será el principal responsable del comité.

Responsabilidades

1. Representa al Comité de Agua Potable en cualquier gestión del proyecto.
2. Es el principal contacto comunidad – Programa.
3. Organiza, dirige todas las actividades que se realizan.
4. En coordinación con los demás miembros, tiene la autorización de aplicar las sanciones que establezca la comunidad.
5. Participa en talleres, capacitaciones, seminarios que imparte el programa.
6. Es el que dirige las discusiones en las reuniones.
7. Prepara la agenda de la reunión.

8. Les da seguimiento a los acuerdos.
9. Lleva el control de la información y la tendrá actualizada.

Vice coordinador

Es el encargado de apoyar todas las actividades emprendidas por el coordinador, así como representarlo en su ausencia.

Responsabilidades

1. Elabora las invitaciones para asambleas y reuniones.
2. Sirve de apoyo a los demás miembros del Comité.
3. Lleva el control de herramientas y materiales del proyecto.
4. Participa en talleres, seminarios y capacitaciones.

Responsable de finanzas

Es el que lleva el control de todas las entradas y Salidas de dinero y de la captación de recursos materiales para el sistema de Agua potable.

Responsabilidades

1. Es el responsable de la recolección de la tarifa.
2. Organiza actividades para recaudar fondos.
3. Realiza otras tareas que orienta el coordinador.
4. Informa mensualmente a la comunidad sobre el fondo.
5. Es el que realiza las compras de accesorios y herramientas.
6. Participa en talleres, capacitaciones y seminarios.
7. Sirve de apoyo a los demás miembros del Comité.

Responsable de salud

Es el responsable de vigilar por el aseo y limpieza del sistema de agua, también vela por la calidad del agua en coordinación con el programa.

Responsabilidades

1. Orienta y promueve a la comunidad en campañas de higiene y limpieza personal.
2. Participa en charlas educativas de salud.
3. Sirve de apoyo a los demás miembros.
4. Participa en talleres, capacitaciones y seminarios.
5. Implementa el rol de aseo y vela por el cumplimiento.
6. Controla la construcción de las letrinas.

Técnicos de operación y mantenimiento

Son los encargados de operar y cuidar el sistema de agua potable para que éste funcione correctamente, estas actividades debe hacerlas con ayuda de la comunidad y con el apoyo del programa

Anexo 2. Parámetros bacteriológicos

Parámetros Bacteriológicos

ORIGEN	PARÁMETRO (b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A. Todo tipo de agua de bebida.	Coliforme Fecal	Neg	Neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución.	Coliforme Fecal	Neg	Neg	
	Coliforme Total	Neg	≤4	En muestras no consecutivas.
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme Total	Neg	≤4	En muestras puntuales. No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales (C).
	Coliforme Fecal	Neg	Neg	

Fuente: Normas CAPRE

Parámetros Organolépticos

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Color verdadero	mg/l (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C

Fuente: Normas CAPRE

Parámetros Fisicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración iones hidrógeno	Valor de pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro Residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	μS/cm	400	-
Dureza	mg/l CaCO ₃	400	-
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	-	0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	-
Cobre	mg/l	1.0	2.0
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l	-	10
Sol. Tot. Dis.	mg/l	-	1000
Zinc	mg/l	-	3.0

Fuente: Normas CAPRE

1. Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.
2. Cloro residual libre.
3. 5 mg/l con base en evidencias científicas las cuales han demostrado que este valor residual no afecta la salud. Por otro lado cada país deberá tomar en cuenta los aspectos económicos y organolépticos en la interpretación de este valor.

Parámetros para sustancias no deseadas.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Nitratos-NO ₃ ⁻	mg/l	25	50
Nitritos-NO ₂ ⁻	mg/l		(1)
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.01	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5 ²
Sulfuro de Hidrógeno	mg/l		0.05

Fuente: Normas CAPRE.

Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.05
Cianuro	mg/l	0.05
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Fuente: Normas CAPRE.

**Parámetros para sustancias orgánicas de significado para la salud excepto
para plaguicidas.**

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
Alcanos Clorados	
Tetracloruro de Carbono	2
Diclorometano	20
1,2-dicloroetano	
1,2-dicloroetano	30
1,1,1 - Tricloroetano	2000
Elenos Clorados	
Cloruro de vinilo	5
1,1- dicloroetano	30
1,2- dicloroetano	50
Tricloroetano	70
Tetracloroetano	40
Hidrocarburos Aromáticos	
Tolueno	
Xilenos	700
Etilbenceno	500
Estireno	20
Benzo-alfa-pireno	0.7
Bencenos Clorados	
Monoclorobenceno	300
1,2-diclorobenceno	1000
1,3-diclorobenceno	
1,4-diclorobenceno	300
Triclorobenceno	20
Otros Compuestos Orgánicos	
di (2-etilhexil) adipato	80
di (2-etilhexil) ftalato	3
acrilamida	0.5
Epiclorohidrina	0.4
Hexaclorobutadieno	0.5

Fuente: Normas del INAA

Parámetros para plaguicidas

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
Alacloro	20
Aldicarb	10
Aldrin/Dieldrin	0.03
Atracina	2
Bentazona	30
Carnofurano	5
Clordano	0.2
DDT	2
1,2-dibromo-3,3 cloropropano	1
2,4-D	30
1,2-dicloropropano	20
1,3 dicloropropano	20
Heptacloro y Heptacloroepóxido	0.03
Isoproturon	9
Lindano	2
MCPA	2
Metoxicloro	20
Metolacloro	10
Molinat	6
Pendimetalina	20
Pentaclorofenol	9
Permitrina	20
Propanil	20
Pyridad	100
Simazin	2
Trifluranilo	20
Dicloroprop	100
2,4-DB	100
2,4,5-T	9
Silvex	9
Mecoprop	10

Fuente: Normas del INAA

Parámetros para desinfectantes y subproductos de la desinfección

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
a- Desinfectantes	
Monocloramina	4000
b- Supproductos de la Desinfección	
Bromato	25
Clorito	200
Clorato	
Clorofenoles	
2-clorofenol	
2,4-diclorofenol	
2,4,6-triclorofenol	200
formaldehído	900
Trihalometanos	
Bromoformo	100
Dibromoclorometano	100
Bromodiclorometano	60
Cloroformo	200
Acidos Acético Clorados	
Ac. monocloraacético	(a)
Ac. dicloroacético	50
Ac. tricloroacético	100
Tricloroacetaldehído / cloralhidrato	10
Cloropropanonas	
Haloacetoniros	
Dicloroacetoniros	90
Dibromoacetoniros	100
Bromocloroacetoniros	
Tricloroacetoniros	1
Cloruro de cianógeno (como CN ⁻)	70

Fuente: Norma CAPRE

Anexo 3 Planos del proyecto

Documentos académicos